

EXHIBIT 2

Leuchtstoff-Type:

LED-Leuchtstoff

Datum: 07.05.03

Veranlassung/

grünes Sr-SiON

Ziel:

$\text{Sr}_{0,95}\text{Eu}_{0,05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$

Versuchsbeschreibung (Ansatz, Bearbeitung, usw.):

Substanz	M (g/mol)	Element	El-Masse	Atomanteil	I_1 -Einwaage	I_2 -Einwaage
SiO_2 Aerosil 90	60,090	Si	60,090	0,500	30,045 g	2,003 g
Si_3N_4 UBE-SH10	140,283	Si	46,761	1,500	70,142 g	4,676 g
SrCO_3 Subey	147,630	Sr	147,630	0,950	140,249 g	9,350 g
SrF_2 Rohf	125,620	Sr	125,620	0,003	0,377 g	0,025 g
Eu_2O_3 99.98% RP	351,920	Eu	175,960	0,050	8,788 g	0,587 g
Gesamteinwaage					219,57	16,641 g

Bei diesem Versuch wurde SrF_2 als Schmelzmittel eingesetzt.

Die Ausgangssubstanzen wurden an Luft in eine 100mL PE-Flasche eingewogen und in i-Propanol mit 5 kleinen Achatkugeln in der dichtverschlossenen PE-Flasche 4 Stunden auf dem Rollbock homogenisiert. Die Mischung wurde in einen mit W-Blech ausgekleideten Mo-Schalentiegel gefüllt und mit Deckel bei 1540°C 8 Stunden lang (Aufheizrate: 250°C/h , Abkühlrate: 130°C/h) geglüht. Das Rohr wurde während der Glühung mit 200 L/h 7,5%-Formiergas gespült.

Die gesamte Probe besitzt eine sehr saubere gelb-grüne Körperfarbe.

Das Material wird 5min bzw. 10min in der Mörsermühle gemahlen und über einer $54\mu\text{m}$ Gasse gesiebt.

Bearbeitung:

1. Glühung

Glühofen

GERO-RO

Glühtemperatur ($^\circ\text{C}$)

1540 $^\circ\text{C}$

Glühatmosfera

FG

I_h

200

NE 95 W
FID 150 L/h

Glühdauer (h)

8,0

Schalenmaterial

W-Tiegel

Füllmengen (g)

15,0

Ergebnis:

Konsistenz

nicht gesintert

Körperfarbe

gelb-grün

Lumineszenz

Anregung

Remission

Röntgen

EXHIBIT 3

OSRAM DP-M	Phosphor test report		Test No.: TF 119/2003																																																		
Phosphor type: LED phosphor			Date: 05.07.03																																																		
Cause/objective: green Sr-SiON $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$																																																					
Test description (approach, process, etc.): <table border="1" data-bbox="170 361 808 519"> <thead> <tr> <th>Substance</th> <th>M^g/mol</th> <th>Element</th> <th>El-Mass</th> <th>Atomic content</th> <th>¹/₁ Weighed content</th> <th>¹/₁₂ Weighed content</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂, Aerosil 80</td> <td>60.090</td> <td>Si</td> <td>60.090</td> <td>0.500</td> <td>30.045 g</td> <td>2.003 g</td> </tr> <tr> <td>Si₃N₄, UBE-SN16</td> <td>140.283</td> <td>Si</td> <td>46.761</td> <td>1.500</td> <td>70.142 g</td> <td>4.676 g</td> </tr> <tr> <td>SrCO₃, Solvay</td> <td>147.630</td> <td>Sr</td> <td>147.630</td> <td>0.950</td> <td>140.249 g</td> <td>9.350 g</td> </tr> <tr> <td>SrF₂, Reht</td> <td>125.620</td> <td>Sr</td> <td>125.620</td> <td>0.003</td> <td>0.377 g</td> <td>0.025 g</td> </tr> <tr> <td>Eu₂O₃, 99.99%, RP</td> <td>351.820</td> <td>Eu</td> <td>175.960</td> <td>0.050</td> <td>8.798 g</td> <td>0.587 g</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Total weighed content</td> <td>219.57</td> <td>16.641 g</td> </tr> </tbody> </table> <p>The flux used in this test was SrF₂.</p> <p>The starting substances were weighed into a 100 ml PE bottle under air and homogenized in i-propanol using 5 small rolling agate beads for 4 hours in the sealed PE bottle. The mixture was transferred into a Mo dish crucible lined with a W metal plate and was then calcined for 8 hours at 1540°C with a lid (heat-up rate: 250 K/h, cooling rate: 130 K/h). The tube was purged with 200 l/h of 7.5% forming gas during the calcining.</p> <p>The entire specimen has a very clean yellow-green body color.</p> <p>The material is milled in a pestle mill for 5 or 10 min and screened over a 54 µm gauze.</p>					Substance	M ^g /mol	Element	El-Mass	Atomic content	¹ / ₁ Weighed content	¹ / ₁₂ Weighed content	SiO ₂ , Aerosil 80	60.090	Si	60.090	0.500	30.045 g	2.003 g	Si ₃ N ₄ , UBE-SN16	140.283	Si	46.761	1.500	70.142 g	4.676 g	SrCO ₃ , Solvay	147.630	Sr	147.630	0.950	140.249 g	9.350 g	SrF ₂ , Reht	125.620	Sr	125.620	0.003	0.377 g	0.025 g	Eu ₂ O ₃ , 99.99%, RP	351.820	Eu	175.960	0.050	8.798 g	0.587 g	Total weighed content					219.57	16.641 g
Substance	M ^g /mol	Element	El-Mass	Atomic content	¹ / ₁ Weighed content	¹ / ₁₂ Weighed content																																															
SiO ₂ , Aerosil 80	60.090	Si	60.090	0.500	30.045 g	2.003 g																																															
Si ₃ N ₄ , UBE-SN16	140.283	Si	46.761	1.500	70.142 g	4.676 g																																															
SrCO ₃ , Solvay	147.630	Sr	147.630	0.950	140.249 g	9.350 g																																															
SrF ₂ , Reht	125.620	Sr	125.620	0.003	0.377 g	0.025 g																																															
Eu ₂ O ₃ , 99.99%, RP	351.820	Eu	175.960	0.050	8.798 g	0.587 g																																															
Total weighed content					219.57	16.641 g																																															
Processing: 1st calcining <table border="1" data-bbox="170 842 808 1052"> <tbody> <tr> <td>Calcining furnace</td> <td colspan="3">GERO-RO</td> </tr> <tr> <td>Calcining temperature (°C)</td> <td colspan="3">1540°C</td> </tr> <tr> <td>Calcining atmosphere</td> <td colspan="3">FG</td> </tr> <tr> <td>¹/_h</td> <td>200</td> <td>N₂: 39 l/h</td> <td>FG: 150 l/h</td> </tr> <tr> <td>Calcining duration (h)</td> <td colspan="3">8.0</td> </tr> <tr> <td>Dish material</td> <td colspan="3">W crucible</td> </tr> <tr> <td>Fill quantities (g)</td> <td colspan="3">15.0</td> </tr> </tbody> </table>					Calcining furnace	GERO-RO			Calcining temperature (°C)	1540°C			Calcining atmosphere	FG			¹ / _h	200	N ₂ : 39 l/h	FG: 150 l/h	Calcining duration (h)	8.0			Dish material	W crucible			Fill quantities (g)	15.0																							
Calcining furnace	GERO-RO																																																				
Calcining temperature (°C)	1540°C																																																				
Calcining atmosphere	FG																																																				
¹ / _h	200	N ₂ : 39 l/h	FG: 150 l/h																																																		
Calcining duration (h)	8.0																																																				
Dish material	W crucible																																																				
Fill quantities (g)	15.0																																																				
Results: <table data-bbox="170 1092 445 1210"> <tbody> <tr> <td>Consistency</td> <td>not sintered</td> </tr> <tr> <td>Body color</td> <td>yellow-green</td> </tr> <tr> <td>Luminescence</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Excitation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reflectance</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X-ray</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Consistency	not sintered	Body color	yellow-green	Luminescence		Excitation		Reflectance		X-ray																																						
Consistency	not sintered																																																				
Body color	yellow-green																																																				
Luminescence																																																					
Excitation																																																					
Reflectance																																																					
X-ray																																																					

EXHIBIT 4

Leuchtstoff-Type:

LED-Leuchtstoff

Datum: 07.05.03

Veranlassung/

grünes Sr-SiON

Ziel: $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$ Versuchsbeschreibung (Ansatz, Bearbeitung, usw.):

Substanz	M ($^{\circ}\text{mol}$)	Element	El-Masse	Atomanteil	I_1 -Einwaage	I_{23} -Einwaage
SiO_2 Aerosol BC	60.090	Si	60.090	0.500	30.045 g	2.003 g
Si_3N_4 UBE-SN10	140.283	Si	46.761	1.500	70.142 g	4.676 g
SrCO_3 Solway	147.630	Sr	147.630	0.950	140.249 g	9.350 g
SrF_2 Roth	125.620	Sr	125.620	0.003	0.377 g	0.026 g
Eu_2O_3 99.99% RP	351.920	Eu	175.960	0.050	8.798 g	0.587 g
Gesamteinwaage					219.57	16.641 g

Bei diesem Versuch wurde SrF_2 als Schmelzmittel eingesetzt.

Die Ausgangssubstanzen wurden an Luft in eine 100mL PE-Flasche eingewogen und in l-Propanol mit 5 kleinen Achatkugeln in der dichtverschlossenen PE-Flasche 4 Stunden auf dem Rollbock homogenisiert.

Die Mischung wurde in einen mit W-Blech ausgekleideten Mo-Schalentiegel gefüllt und mit Deckel bei 1540°C 8 Stunden lang (Aufheizrate: 250K/h, Abkühlrate: 130K/h) geglüht. Das Rohr wurde während der Glühung mit 200 L/h 7,5%-Formiergas gespült.

Die gesamte Probe besitzt eine sehr saubere gelb-grüne Körperfarbe.

Das Material wird 5min bzw. 10min in der Mörsermühle gemahlen und über einer 54µm Gase gesiebt.

Bearbeitung:

1. Glühung

Glühofen

GERO-RO

Glühtemperatur (°C)

1540°C

Glühatmosphäre

FG

 I_p

200

HZ: 50 Hz
PS: 100 m

Glühdauer (h)

8.0

Schalenmaterial

W-Tiegel

Füllmengen (g)

15.0

Ergebnis:

Konsistenz

nicht gesintert

Körperfarbe

gelb-grün

Lumineszenz

Anregung

Remission

Röntgen

Leuchtstoff-Type:

LED-Leuchtstoff

Datum: 07.05.03

Veranlassung/

grünes Sr-SiON

Ziel: $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$ Versuchsbeschreibung (Ansatz, Bearbeitung, usw.):

Bei dieser Probe handelt es sich um die 10 min gemahlene TF 119/03. Die Probe wurde unter der neuen Bezeichnung TF163/03 an OS zur LED-Anprobe gegeben.

Bearbeitung:

1. Glühung

Glühofen

GERO-RO

Glühtemperatur (°C)

1540°C

Glühatmosphäre

FG

 t_h

200

Hz: 50 Hz

Fz: 150 Hz

Glühdauer (h)

8.0

Schalenmaterial

W-Tiegel

Füllmengen (g)

15.0

Ergebnis:

Konsistenz

nicht gesintert

Körperfarbe

gelb-grün

Lumineszenz

Anregung

Remission

Röntgen

Leuchtstoff-Type:

LED-Leuchtstoff

Datum: 07.05.03

Veranlassung/

grünes Sr-SiON

Ziel: $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$ Versuchsbeschreibung (Ansatz, Bearbeitung, usw.):

Bei dieser Probe handelt es sich um die 5 min gemahlene TF 119/03. Die Probe wurde unter der neuen Bezeichnung TF164/03 an OS zur LED-Anprobe gegeben.

Bearbeitung:

1. Glühung

Glühofen

GERO-RO

Glühtemperatur (°C)

1640°C

Glühatmosphäre

FG

 I_h

200

H2, 56 m

FG: 100 m

Glühdauer (h)

8,0

Schalenmaterial

W-Tiegel

Füllmengen (g)

15,0

Ergebnis:

Konsistenz

nicht gesintert

Körperfarbe

gelb-grün

Lumineszenz

Anregung

Remission

Röntgen

EXHIBIT 5

OSRAM DP-M	Phosphor test report	Test No.: TF 119/2003																																																	
Phosphor type: LED phosphor		Date: 05.07.03																																																	
Cause/objective: <u>green Sr-SiON</u> $\text{Sr}_{0.85}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$																																																			
Test description (approach, process, etc.):																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Substance</th> <th>M^(g/mol)</th> <th>Element</th> <th>El-Mass</th> <th>Atomic content</th> <th>¹/₁ Weighed content</th> <th>¹/₃₃ Weighed content</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂, Aerosil 90</td> <td>60.080</td> <td>Si</td> <td>60.090</td> <td>0.500</td> <td>30.045 g</td> <td>2.003 g</td> </tr> <tr> <td>Si₃N₄, UBE-SN10</td> <td>140.283</td> <td>Si</td> <td>48.761</td> <td>1.500</td> <td>70.142 g</td> <td>4.676 g</td> </tr> <tr> <td>SrCO₃, Solvay</td> <td>147.630</td> <td>Sr</td> <td>147.630</td> <td>0.950</td> <td>140.249 g</td> <td>9.350 g</td> </tr> <tr> <td>SrF₂, RdH</td> <td>125.620</td> <td>Sr</td> <td>125.620</td> <td>0.003</td> <td>0.377 g</td> <td>0.025 g</td> </tr> <tr> <td>Eu₂O₃, 99.99%, RP</td> <td>351.920</td> <td>Eu</td> <td>175.960</td> <td>0.050</td> <td>8.798 g</td> <td>0.587 g</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Total weighed content</td> <td>219.57</td> <td>16.641 g</td> </tr> </tbody> </table>			Substance	M ^(g/mol)	Element	El-Mass	Atomic content	¹ / ₁ Weighed content	¹ / ₃₃ Weighed content	SiO ₂ , Aerosil 90	60.080	Si	60.090	0.500	30.045 g	2.003 g	Si ₃ N ₄ , UBE-SN10	140.283	Si	48.761	1.500	70.142 g	4.676 g	SrCO ₃ , Solvay	147.630	Sr	147.630	0.950	140.249 g	9.350 g	SrF ₂ , RdH	125.620	Sr	125.620	0.003	0.377 g	0.025 g	Eu ₂ O ₃ , 99.99%, RP	351.920	Eu	175.960	0.050	8.798 g	0.587 g	Total weighed content					219.57	16.641 g
Substance	M ^(g/mol)	Element	El-Mass	Atomic content	¹ / ₁ Weighed content	¹ / ₃₃ Weighed content																																													
SiO ₂ , Aerosil 90	60.080	Si	60.090	0.500	30.045 g	2.003 g																																													
Si ₃ N ₄ , UBE-SN10	140.283	Si	48.761	1.500	70.142 g	4.676 g																																													
SrCO ₃ , Solvay	147.630	Sr	147.630	0.950	140.249 g	9.350 g																																													
SrF ₂ , RdH	125.620	Sr	125.620	0.003	0.377 g	0.025 g																																													
Eu ₂ O ₃ , 99.99%, RP	351.920	Eu	175.960	0.050	8.798 g	0.587 g																																													
Total weighed content					219.57	16.641 g																																													
<p>The flux used in this test was SrF₂.</p> <p>The starting substances were weighed into a 100 ml PE bottle under air and homogenized in i-propanol using 5 small rolling agate beads for 4 hours in the sealed PE bottle. The mixture was transferred into a Mo dish crucible lined with a W metal plate and was then calcined for 8 hours at 1540°C with a lid (heat-up rate: 250 K/h, cooling rate: 130 K/h). The tube was purged with 200 l/h of 7.5% forming gas during the calcining.</p> <p>The entire specimen has a very clean yellow-green body color.</p> <p>The material is milled in a pestle mill for 5 or 10 min and screened over a 54 µm gauze.</p>																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Processing:</td> <td colspan="2">1st calcining</td> </tr> <tr> <td>Calcining furnace</td> <td colspan="2">GERO-RO</td> </tr> <tr> <td>Calcining temperature (°C)</td> <td colspan="2">1540°C</td> </tr> <tr> <td>Calcining atmosphere</td> <td colspan="2">FG</td> </tr> <tr> <td>¹/_h</td> <td>200</td> <td> <small>KZ: 50 l/h</small> <small>FB: 150 l/h</small> </td> </tr> <tr> <td>Calcining duration (h)</td> <td colspan="2">8.0</td> </tr> <tr> <td>Dish material</td> <td colspan="2">W crucible</td> </tr> <tr> <td>Fill quantities (g)</td> <td colspan="2">15.0</td> </tr> </table>			Processing:	1st calcining		Calcining furnace	GERO-RO		Calcining temperature (°C)	1540°C		Calcining atmosphere	FG		¹ / _h	200	<small>KZ: 50 l/h</small> <small>FB: 150 l/h</small>	Calcining duration (h)	8.0		Dish material	W crucible		Fill quantities (g)	15.0																										
Processing:	1st calcining																																																		
Calcining furnace	GERO-RO																																																		
Calcining temperature (°C)	1540°C																																																		
Calcining atmosphere	FG																																																		
¹ / _h	200	<small>KZ: 50 l/h</small> <small>FB: 150 l/h</small>																																																	
Calcining duration (h)	8.0																																																		
Dish material	W crucible																																																		
Fill quantities (g)	15.0																																																		
Results: <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Consistency</td> <td>not sintered</td> </tr> <tr> <td>Body color</td> <td>yellow-green</td> </tr> <tr> <td>Luminescence</td> <td><div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div></td> </tr> <tr> <td>Excitation</td> <td><div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div></td> </tr> <tr> <td>Reflectance</td> <td><div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div></td> </tr> <tr> <td>X-ray</td> <td><div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div></td> </tr> </table>			Consistency	not sintered	Body color	yellow-green	Luminescence	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>	Excitation	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>	Reflectance	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>	X-ray	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>																																					
Consistency	not sintered																																																		
Body color	yellow-green																																																		
Luminescence	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>																																																		
Excitation	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>																																																		
Reflectance	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>																																																		
X-ray	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 15px;"></div>																																																		

Phosphor type: LED phosphor

Date: 05.07.03

Cause/objective: green Sr-SiON
 $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$ Test description (approach, process, etc.):

This specimen is the TF 119/03 which has been milled for 10 min. The specimen, under the new name TF 163/03, was passed to OS for LED testing.

Processing: 1st calcining

Calcining furnace GERO-RO

Calcining temperature (°C) 1540°C

Calcining atmosphere FG

 t_h 200

n2: 50 l/h

FG: 150 l/h

Calcining duration (h) 8.0

Dish material W crucible

Fill quantities (g) 15.0

Results:

Consistency

not sintered

Body color

yellow-green

Luminescence

Excitation

Reflectance

X-ray

OSRAM DP-M	Phosphor test report	Test No.: TF 164/2003																		
Phosphor type: LED phosphor		Date: 05.07.03																		
Cause/objective: green Sr-SiON $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_2\text{O}_7\text{N}_2$																				
Test description (approach, process, etc.): <p>This specimen is the TF 119/03 which has been milled for 5 min. The specimen, under the new name TF 164/03, was passed to OS for LED testing.</p>																				
<table border="1"> <tr> <td>Processing:</td> <td>1st calcining</td> </tr> <tr> <td>Calcining furnace</td> <td>GERO-RO</td> </tr> <tr> <td>Calcining temperature (°C)</td> <td>1540°C</td> </tr> <tr> <td>Calcining atmosphere</td> <td>FG</td> </tr> <tr> <td>t_h</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NO: 50 g/h FO: 150 g/h</td> </tr> <tr> <td>Calcining duration (h)</td> <td>8.0</td> </tr> <tr> <td>Dish material</td> <td>W crucible</td> </tr> <tr> <td>Fill quantities (g)</td> <td>15.0</td> </tr> </table>			Processing:	1st calcining	Calcining furnace	GERO-RO	Calcining temperature (°C)	1540°C	Calcining atmosphere	FG	t_h	200		NO: 50 g/h FO: 150 g/h	Calcining duration (h)	8.0	Dish material	W crucible	Fill quantities (g)	15.0
Processing:	1st calcining																			
Calcining furnace	GERO-RO																			
Calcining temperature (°C)	1540°C																			
Calcining atmosphere	FG																			
t_h	200																			
	NO: 50 g/h FO: 150 g/h																			
Calcining duration (h)	8.0																			
Dish material	W crucible																			
Fill quantities (g)	15.0																			
<table border="1"> <tr> <td>Results:</td> <td>not sintered</td> </tr> <tr> <td>Consistency</td> <td>yellow-green</td> </tr> <tr> <td>Body color</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Luminescence</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Excitation</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reflectance</td> <td></td> </tr> <tr> <td>X-ray</td> <td></td> </tr> </table>			Results:	not sintered	Consistency	yellow-green	Body color		Luminescence		Excitation		Reflectance		X-ray					
Results:	not sintered																			
Consistency	yellow-green																			
Body color																				
Luminescence																				
Excitation																				
Reflectance																				
X-ray																				

EXHIBIT 6

DMC-SM

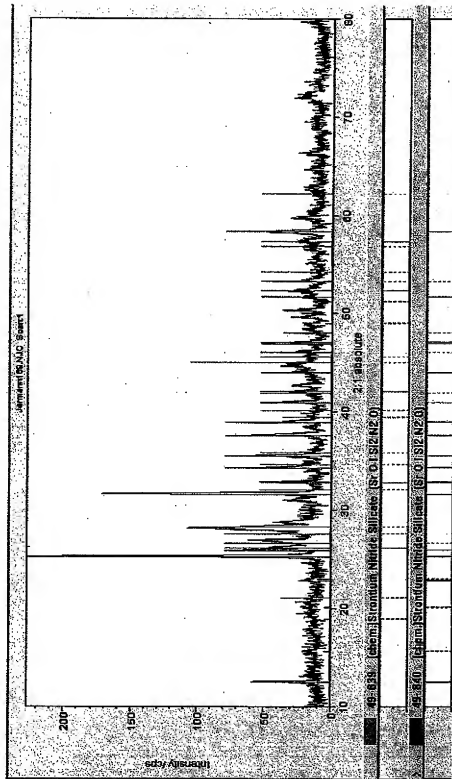
SEE THE WORLD IN A NEW LIGHT



Winkelbereich [°2 θ]: 10-80

Schrittweite [°]: 0.01

Probe: TF 168/03 $\text{Sr}_{0.95}\text{Eu}_{0.05}\text{Si}_3\text{N}_8\text{O}_2$ SrCO_3 Solvay, SiO_2 A90, 8h/1520°C I-Propanol gemischt, 20 min. gemahlen



Röntgendiffraktometer Seifert URD 6

Operator: C. Koch

17.07.2003

EXHIBIT 7

DMC-SM

SEE THE WORLD IN A NEW LIGHT

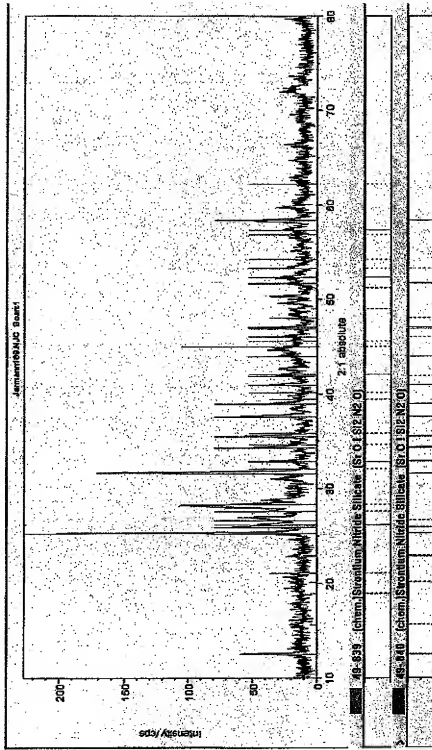


Angle range [2θ]: 10-80

Increment [θ]: 0.01

Measurement time/step [s]: 1

Specimen: TF 169/03 $\text{Sr}_{1.98}\text{Eu}_{0.02}\text{Si}_3\text{N}_8\text{O}_2$ SrCO_3 Solway, SiO_2 A80, 8h/1520°C mixed with I-propanol, milled for 20 min



X-ray diffractometer Selfert URD 6
Operator: C. Koch

07.17.2003

EXHIBIT 8

Vertraulich!An OSRAM GmbH
Abteilung: PAT-M**ERFINDUNGSMELDUNG**
Bitte verschlossen weitersenden!

Aktenzeichen der PAT

2003 E 127240

Ich/Wir (Vor- und Nachname des/der Erfinder[s] - weitere Angaben und Unterschrift(en) letzte Seite)
Tim Fiedler, Frank Jermann, Martin Zachau, Herbert Brunner, Jörg
Strauss

Datum der Ausfertigung:

melde[n] hiermit die auf den folgenden Seiten vollständig beschriebene Erfindung mit der Bezeichnung:
Effiziente, warmweiße LED mit sehr guter Farbwiedergabe auf Basis von Nitrid-Leuchtstoffen**I. An Vorgesetzten des/der Erfinder[s]**Herrn/Frau Dr. Klam

R&D-M

(Dienststelle)

mit der Bitte, die nachstehenden Fragen zu beantworten:

a) Wann ging die Erfindungsmeldung bei Ihnen ein?

b) Geht die Erfindung auf öffentlich geförderte Arbeiten zurück?

☒ nein ☐ ja, Projekt (Vorhaben):

c) Bitte bei Zuständigkeit auch zu Ziffer III. Stellung nehmen.

Datum

(Unterschrift des Vorgesetzten)

Eingang am:

Ab Eingang läuft gesetzliche Frist

**II. Bitte wegen gesetzlicher Frist sofort weiterleiten
an PAT-M zur weiteren Veranlassung.**

GC IP-M Eingang

Eingang am:

12. Aug. 2003

III. An Bereichs- bzw. Werksleitung

Herrn/Frau

Dr. Klam

R&D-M

(Dienststelle)

Zur Entscheidung bzw. Empfehlung:

☐ Die Erfindung sollte unbeschränkt in Anspruch genommen werden.☐ Anmeldung wird empfohlen.☐ Die Erfindung kommt für eine Behandlung als Betriebsgeheimnis in Betracht.☐ Die Erfindung kommt evtl. für Auslandsanmeldungen in Betracht.

Länder: _____

☐ Die Erfindung sollte freigegeben werden, da für den Betrieb wirtschaftliche Verwertung nicht ersichtlich.☐ Bei Freigabe sollte ein Mitbenutzungsrecht gesichert werden.☐ Die Freigabe kann vorbehaltlos erfolgen, d.h. auf ein Mitbenutzungsrecht kann verzichtet werden.☐ Vor Freigabe sind vorsorglich noch folgende Dienststellen zu befragen:

Vermerke der PAT-M

Dringlichkeitsvermerk

(Datum)

(Unterschrift der Bereichs- bzw. Werksleitung)

IV. Zurückbeten an PAT-M

1. Welches technische Problem soll durch Ihre Erfindung gelöst werden?
2. Wie wurde dieses Problem bisher gelöst?
3. In welcher Weise löst Ihre Erfindung das angegebene technische Problem?

1.
Die Herstellung einer warmweißen LED mit einer Farbtemperatur vorzugsweise zwischen 2700 und 3300 K, die gleichzeitig effizient und langzeitstabil ist und eine sehr gute Farbwiedergabe ($R_a > 90$) ermöglicht.

2.
Die meisten kommerziell erhältlichen LEDs besitzen eine Farbtemperatur > 5000 K. Einige wenige Ausnahmen basieren auf UV-Chip-LEDs. Aufgrund des großen Energieunterschiedes (UV \rightarrow Vis) sowie der UV-strahlungsbedingt höheren Alterung von Gehäusen und Leuchtstoffverguss erreichen diese LEDs weder die Lebensdauer noch die Effizienz von kaltweißen Blau-Chip-basierten LEDs. Die Firma Lumileds hat lange Zeit eine Lösung mit Blau-LED sowie einem grünen und roten Sulfidleuchtstoff vorgeschlagen und patentiert. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die vorgeschlagenen Leuchtstoffe bzgl. Langzeitstabilität und Effizienz bei Verwendung von High-Power-Chips, die eine hohe Betriebstemperatur erreichen, nicht ausreichend sind. Die Sulfide sind chemisch sehr instabil gegen Feuchte und die vorgeschlagenen Thiogallate zeigen ein ausgeprägtes Temperatur-Quenching. Bei Kontakt mit Wasser zersetzen sich die bisher bekannten Sulfidleuchtstoffe zudem unter Bildung von giftigem Schwefelwasserstoff-Gas. Eine andere Lösung, die nachweislich eine hohe Lebensdauer ermöglicht und eine hohe Effizienz bei sehr gutem Farbwiedergabeindex besitzt, ist nicht bekannt. Die Verwendung einer Mischung aus dem bekannten YAG:Ce sowie einem Rot-Leuchtstoff wie $\text{Sr}_2\text{SiN}_8\text{:Eu}$ führt nur zu max. R_a -Werten < 90 .

3.
Es wird vorgeschlagen, eine Leuchtstoffmischung aus einer speziellen, hocheffizienten grün emittierenden $\text{SrSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$ -Phase sowie einem roten (Sr,Ca) $2\text{SiN}_8\text{:Eu}$ -Leuchtstoff zu verwenden. Modellrechnungen und Labormuster zeigen, dass sich mit diesen beiden Leuchtstoffen, mit typischen Quanteneffizienzen zwischen 80% und 90% bei sehr guter Absorption der blauen LED-Strahlung, effiziente warmweiße LEDs mit einem Farbwiedergabeindex $R_a > 90$ herstellen lassen. Die Modellrechnungen weisen ein Potenzial von R_a -Werten bis etwa 95 aus. Beide Leuchtstoffe zeigen ein ähnliches Temperaturverhalten der Lumineszenzeffizienz, was sich auf die Dimmbarkheit von LEDs bei möglichst konstantem Farbort positiv bemerkbar macht. Die Temperaturabhängigkeit der Lumineszenz ist signifikant geringer als bei den bisher vorgeschlagenen sulfidischen Leuchtstoffen. Beide Leuchtstoffe sind außerdem chemisch deutlich stabiler als ihre bisher bekannten, sulfidischen Alternativen ($\text{SrS:Eu} + \text{Thiogallate}$). Die beiden Nitrid-Leuchtstoffe und ihre möglichen Zersetzungsprodukte sind weitgehend ungiftig.

Für den Einsatz in der LED sollten folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen werden:

- a. Eindispersieren des Leuchtstoffes in den LED-Verguss (z.B. Epoxidharze, Silikone) und anschließendes Aufbringen durch z.B. Vergießen, Drucken, Spritzen u. ä. Verfahren
- b. Einbringen des Leuchtstoffes in eine sog. Pressmasse und anschließendes Spritzpressverfahren, (s.a. OS-Anmeldung von Gertrud Kräuter, Harald Jäger und Herbert Brunner)
- c. Alle sog. Methoden der chipnahen Konversion, d.h. Aufbringen von Leuchtstoff auf Wafer-Prozessierungsebene, nach dem Vereinzeln der Chips und nach Montage im LED-Gehäuse.

4. Zur weiteren Erläuterung sind als Anlagen beigefügt:

- _____ Blatt der Darstellung eines oder mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung;
- _____ Blatt zusätzliche Beschreibungen (z.B. Laborberichte, Versuchsprotokolle);
- _____ Blatt Literatur, die den Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, beschreibt;
- _____ Blatt sonstige Unterlagen;

Blatt 3/3

Aktenzeichen der PAT

5. Welche Dienststellen sind an der Erfindung interessiert? _____
6. Wurde die Erfindung bereits erprobt (Durchführung von Versuchen, Anfertigung von Mustern)?
☐ nein ☒ ja, Ergebnis: LED mit sehr guter Farbwiedergabe
7. Für welche Erzeugnisse ist die Erfindung anwendbar? Warmweiß-LED mit Prio Stabilität + Farbwiedergabe
8. Ist die Anwendung der Erfindung vorgesehen?
☐ nein ☒ ja, bei: OSRAM OS
9. Ist ein auf der Erfindung beruhendes Erzeugnis geliefert oder ist eine Lieferung beabsichtigt?
☒ nein ☐ ja, (voraussichtlich) am _____; Bezeichnung des Erzeugnisses: _____
10. Ist eine Veröffentlichung der Erfindung beabsichtigt oder bereits erfolgt?
☒ nein ☐ ja, (voraussichtlich) am _____ in Buch, Zeitschrift: _____
11. Ist eine Mitteilung der Erfindung an Firmenfremde beabsichtigt oder bereits erfolgt?
☒ nein ☐ ja, (voraussichtlich) am _____ an _____
12. Angaben zur Person des/der Erfinder(s) (Erfinder 1 - 4 hier eintragen. Für weitere Erfinder bitte Zusatzblatt beifügen):

Name	Fiedler	Jermann	Zachau	Brunner
Vorname	Tim	Frank	Martin	Herbert
akad. Grad/Titel/Beruf	Dipl.-Ing.	Dr. rer. Nat.	Dr. rer. nat.	Dipl. Ing.
Dienstanschrift mit Standort	DP-M	DP-M	DP-M	OST BTI
Tätigkeit/Stellung im Betrieb (z.B. Laborvorsteher u.ä.)	Sachbearbeiter	Sachbearbeiter	Dienststellenleiter	Dienststellenleiter
Hausanruf	2228	3357	33 66	1209
Staatsangehörigkeit	deutsch	deutsch	deutsch	Deutsch
Postleitzahl, Wohnort	81543 München	81739 München	82263 Gelfendorf	93047 Regensburg
Straße, Haus-Nr.	Hans-Mielich-Str. 7	Klara-Ziegler-Bogen 187	Harrer-Unterschl. 17	Winklergasse 16
Geburtsdatum	25.02.76	02.11.1966	21.12.1960	18.05.64
rechnende Personaldienststelle oder PA-Nr.	PA-M	PA-M	PA-M	PA-OS
Personalnummer *)	743-3001	749-2899	Zachau	00618665
13. Liegt die Erfindung auf a) Ihrem Arbeitsgebiet? b) einem anderen Arbeitsgebiet Ihres Arbeitgebers?	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
14. Welchen Anteil an der Erfindung haben Sie?	20%	20%	20%	20%
15. Wurde oder wird die Erfindung auch als VV gemeldet?	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
16. Falls Sie die Erfindung als freie Erfindung ansehen, bitte begründen:				
17. Meines/unseres Wissens sind keine weiteren Personen an der Erfindung beteiligt.	T. Fiedler 06.08.03 (Unterschrift)	Frank Jermann 06.08.03 (Unterschrift)	M. Zachau 08.08.03 (Unterschrift)	H. Brunner 08.08.03 (Unterschrift)

Vermerke der PAT-M

Blatt 4/4

Aktenzeichen der PAT

12. Angaben zur Person des/der Erfinder[s] (Erfinder 5 + 6):

Name	Strauss				
Vorname	Jörg				
akad. Grad/Titel/Beruf					
Dienstanschrift mit Standort					
Tätigkeit/Stellung im Betrieb (z.B. Laborvorsteher u.ä.)					
Hausanruf					
Staatsangehörigkeit					
Postleitzahl, Wohnort					
Straße, Haus-Nr.					
Geburtsdatum					
rechnende Personaldienststelle oder PA-Nr.					
Personalnummer *)					
13. Liegt die Erfindung auf a) Ihrem Arbeitsgebiet? b) einem anderen Arbeitsgebiet Ihres Arbeitgebers?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Welchen Anteil an der Erfindung haben Sie?	20%				
15. Wurde oder wird die Erfindung auch als VV gemeldet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Falls Sie die Erfindung als freie Erfindung ansehen, bitte begründen:					
17. Meines/unseres Wissens sind keine weiteren Personen an der Erfindung beteiligt.					
	(Unterschrift)			(Unterschrift)	(Unterschrift)

Vormerke der PAT-M

*) Bitte aus Firmenausweis oder Gehaltsabrechnung entnehmen

Exhibit 9

Confidential!To OSRAM GmbH
Department: GC IP-M**NOTIFICATION OF INVENTION**
Please forward under sealed cover!GC IP reference
2003E12124DE

I/we (full name of the inventor[s] - further details and signature[s] on last page)

Tim Fiedler, Frank Jermann, Martin Zachau, Herbert Brunner, Jörg Strauss

Date of signature:

hereby notify you of the invention which is described in full on the following pages, named:
Efficient, warm-white LED with very good color rendering based on nitride phosphors

I.	To the responsible PLA, with a request for immediate forwarding to GC IP Mr/Ms <u>Dr. Klam</u> R&D-M (Section) Please answer the following questions: a) When did you receive the notification of invention? b) Is the invention derived from publicly funded work? <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, project (planned): _____ c) If responsible, please also offer opinion on section III. <input type="checkbox"/> Date _____ (Signature of the PLA)	Received on: Statutory time limit runs from date of receipt!
II.	Because of the statutory time limits please forward immediately to PAT-M for further processing.	Received on: Aug. 12, 2003 OSRAM time limit:
III.	To the OPT <u>Dr. Klam</u> R&D-M (Section) For decision: <input type="checkbox"/> The invention should be used without restriction. <input type="checkbox"/> Application recommended. <input type="checkbox"/> The invention can be considered for treatment as a trade secret. <input type="checkbox"/> The invention can be considered for foreign applications. Countries: _____ <input type="checkbox"/> The invention should be released as there is no apparent economic utilization for the company. <input type="checkbox"/> On release, a right of joint usage should be secured. <input type="checkbox"/> The release can take place unconditionally, i.e. a right of joint usage is not required. <input type="checkbox"/> Before release, the following sections should be questioned as a precaution: _____ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">Notes as to urgency</div> _____ (Date) _____ (Cost center manager's signature)	Received on: Notes by GC IP-M
IV.	Please return to PAT-M	

1. What technical problem is your invention supposed to solve?
2. How was this problem previously solved?
3. How does your invention solve the stated technical problem?

1. The production of a warm-white LED with a color temperature of preferably between 2700 and 3300 K, which is at the same time efficient, long-term stable and allows very good color rendering ($R_a > 90$).

2. Most commercially available LEDs have a color temperature of >5000 K. A small number of exceptions are based on UV-chip-LEDs. However, the large energy difference ($UV \rightarrow Vis$) and the UV-induced increased aging of the housing and of the phosphor potting, these LEDs fail to achieve either the service life or the efficiency of cold-white LEDs based on blue chips. The Lumileds Company has for some time proposed and patented a solution with a blue LED and a red and green sulfide phosphor. However, it has been found that the proposed phosphors have an inadequate long-term stability and efficiency when high-power chips which reach a high operating temperature are used. Sulfides are very chemically unstable in the presence of moisture, and the thiogallates proposed exhibit pronounced temperature quenching. On contact with water, the known sulfide phosphors decompose to form toxic hydrogen sulfide. There is no other known solution which has been demonstrated to achieve a long service life and high efficiency in combination with a very good color rendering index. The use of a mixture of the known YAG:Ce and a red phosphor such as $Sr_2Si_5N_8:Eu$ leads to R_a values of at most < 90 .

3. It is proposed to use a phosphor mixture of a special, highly efficient green-emitting $SrSi_2O_2N_2:Eu$ phase and a red $(Sr,Ca)_2Si_5N_8:Eu$ -phosphor. Theoretical calculations and laboratory tests have shown that with these two phosphors which have typical quantum efficiencies of between 80% and 90% with very good absorption of the blue LED radiation, it is possible to produce efficient warm-white LEDs with a color rendering index $R_a > 90$. The theoretical calculations demonstrate potential R_a values of up to about 95. The two phosphors have a similar temperature profile in terms of luminescence efficiency, which is beneficial to the dimming properties of LEDs with a color locus remaining as constant as possible. The temperature dependency of the luminescence is significantly lower than in the sulfide phosphors which have been proposed hitherto. Moreover, both phosphors are significantly more chemically stable than their known sulfide-based alternatives ($SrS:Eu +$ thiogallates). The two nitride phosphors and their possible decomposition products are substantially non-toxic.

The following options should be considered for use in the LED:

- a. Dispersing the phosphor in the LED potting (e.g. epoxy resins, silicones) and subsequent application by, for example, casting, printing, spraying and similar processes.
- b. Introducing the phosphor into a molding compound followed by transfer molding (cf. OS application in the name of Gertrud Kräuter, Harald Jäger and Herbert Brunner)
- c. All so-called near-chip conversion methods, i.e. application of phosphor at wafer processing level after the chips have been divided and mounted in the LED housing.

4. By way of additional explanation, the following are enclosed as annexes:

- _____ pages setting out one or more exemplary embodiments of the invention;
- _____ pages of additional descriptions (e.g. laboratory reports, experimental records);
- _____ pages of literature describing the prior art on which the invention is based;
- _____ pages of other documents:

5. Which sections are interested in the invention? _____
6. Has the invention already been tested (experiments carried out, samples prepared)?
☐ no ☒ yes, result: LED with very good color rendering
7. For which products is the invention applicable? Warm-white LED with good stability + color rendering
8. Is the use of the invention planned?
☐ no ☒ yes, by: OSRAM OS
9. Is a product supplied which is based on the invention or is it intended that such a product be supplied?
☒ no ☐ yes, (probably) on _____; name of the product: _____
10. Is it intended that the invention be published or has this already occurred?
☒ no ☐ yes (probably) on _____ in the following book, magazine: _____
11. Is it intended that the invention be notified to persons outside the company or has this already occurred?
☒ no ☐ yes (probably) on _____ to _____
12. Personal details of the inventor[s] (Enter inventors 1 - 4 here. Attach additional sheet for further inventors):

Surname	Fiedler	Jermann	Zachau	Brunner
First name	Tim	Frank	Martin	Herbert
Academic level/title/profession	Dipl.-Ing.	Dr. rer. Nat.	Dr. rer. Nat.	Dipl.-Ing.
Section and site	DP-M	DP-M	DP-M	OST BT1
Activity/position in the company (e.g. project manager etc.)	Technician	Technician	Head of Department	Head of Department
Telephone extension	3228	3357	3366	1209
Nationality	German	German	German	German
Private address with post code	81543 Munich	81739 Munich	82269 Geltendorf	93047 Regensburg
and street, house No.	Hans-Mielich-Str. 7	Klara-Ziegler-Bogen 187	Pfarrer-Unsin-Str. 17	Winklergasse 16
Date of birth	02.25.76	11.02.1966	12.23.1960	05.18.64
Accounting personnel office or PA No.	PA-M	PA-M	PA-M	PA-OS
Personnel number *)	749-3001	749-2899	Zachau	00618665
13. Is the invention within a) your area of work? b) one of your employer's other areas of work?	<input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no
14. What is your share of the invention?	20%	20%	20%	20%
15. Has the invention also been notified, or is it also being notified, as an improvement suggestion?	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input checked="" type="checkbox"/> no
16. If you regard the invention as an independent invention, please give reasons:				
17. No other persons are, to my/our knowledge, involved in the invention.	[signature] 08.06.03 (Signature)	[signature] 08.06.03 (Signature)	[signature] 8.8.03 (Signature)	7.29.03 [signature] (Signature)

12. Personal details of the inventor[s] (Inventors 5 - 8):

Surname	Strauss			
First name	Jörg			
Academic level/title/profession				
Section and site				
Activity/position in the company (e.g. project manager etc.)				
Telephone extension				
Nationality				
Private address with post code and street, house No.				
Date of birth				
Accounting personnel office or PA No.				
Personnel number *)				
13. Is the invention within a) your area of work? b) one of your employer's other areas of work?	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no
14. What is your share of the invention?	20%			
15. Has the invention also been notified, or is it also being notified, as an improvement suggestion?	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no
16. If you regard the invention as an independent invention, please give reasons:				
17. No other persons are, to my/our knowledge, involved in the invention.				
	(Signature)	(Signature)	(Signature)	(Signature)

Notes by PAT-M

*) Please take from company ID card or payslip